

セシウム原子の蛍光を利用したkHz帯からMHz帯の電磁界の可視化と周波数の可変技術

- 可視化対象をマイクロ波(GHz帯)からkHz及びMHz帯にする技術を開発
- セシウム原子の磁気副準位間のエネルギー差を利用することで実現
- 各種電子機器の設計評価や故障診断の可視化による簡素化などに貢献

研究のねらい

電気電子機器の設計において必要になるEMC (electro-magnetic compatibility) 対策、各種アンテナの設計や特性評価の分野などにおいて、空間的な電磁界分布の可視化には強いニーズがある。従来からの電磁界の可視化技術と言えば、アンテナや電磁界センサをアレイ化するか、または空間中でそれらを掃査する事により得られる電磁界の強度分布のデータを、2Dや3Dにマッピングして表示する方法が一般的である。しかしながら、リアルタイム性、分解能、測定装置の複雑さ、後処理するデータ量の多さなどの点において課題があった。産総研では光学的手法を用いたマイクロ波(GHz帯)の可視化技術を開発しているが、多様なニーズに応えるために、これをさらにkHzやMHz帯の任意の周波数へ拡張する技術の研究開発を行っている。

研究内容

マイクロ波帯に対する研究では、二重共鳴を利用することで、レーザーを吸収したセシウム原子が発する赤外線蛍光を撮像して可視化を実現しているが、対象周波数がGHz帯に限定されていた。

そこで本研究では、直流磁界中にある基底状態のセシウム原子に存在する磁気副準位間のエネルギー差にも同時に着目し、この差に相当するkHzやMHz帯の電磁界の吸収により赤外線蛍光に与える増幅分をCCDカメラ等で撮像することで、kHzやMHz帯の電磁界の可視化を実現する。このエネルギー差は、外部から印加する直流磁界の強度により決まるので、kHzからMHz帯の任意の周波数への対応が可能である。

本技術は、電子機器の評価や診断の他、電磁波の波源の推定などの幅広い分野への応用も期待される。

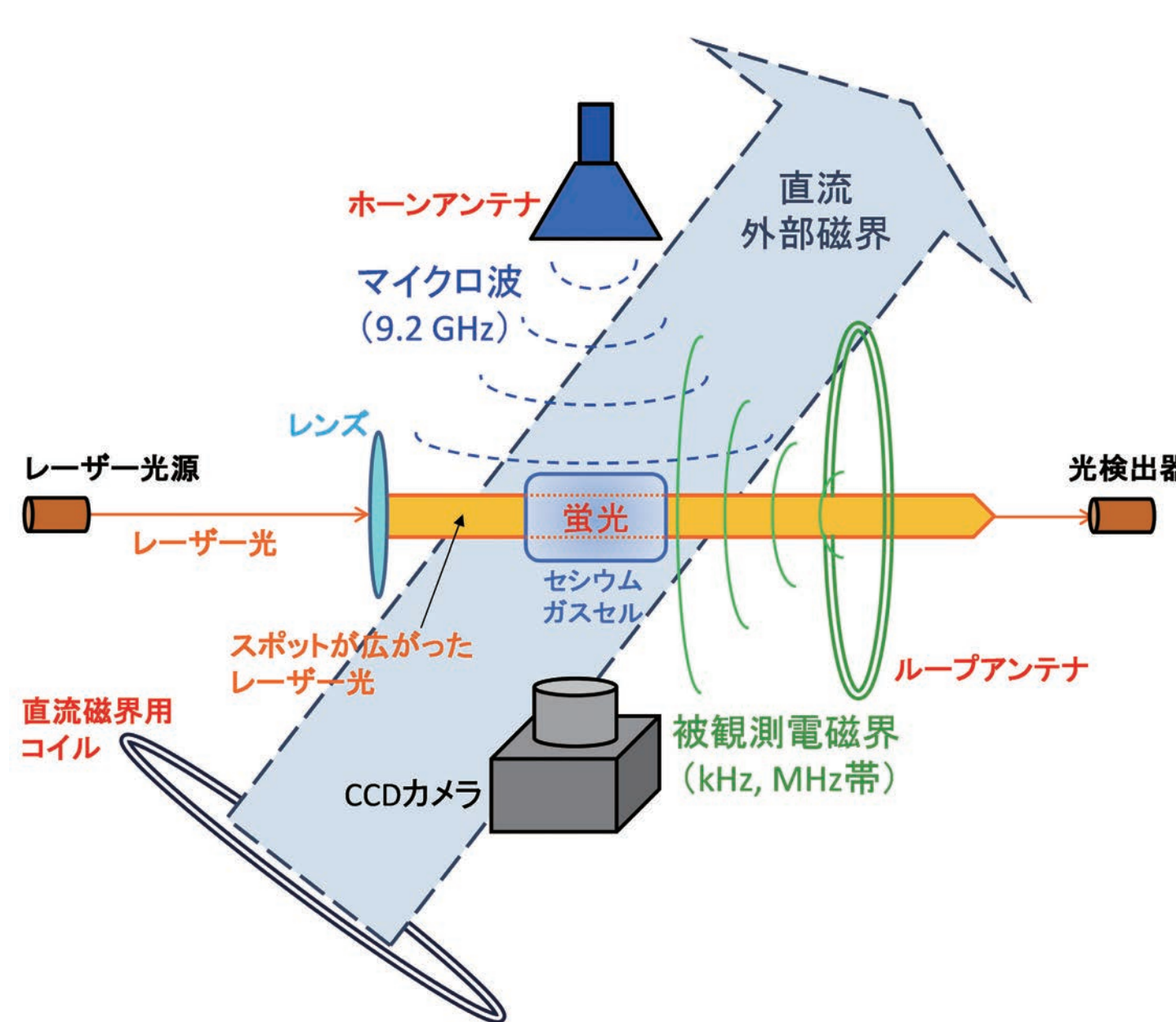


図1 kHz-MHz帯用可視化装置の概要

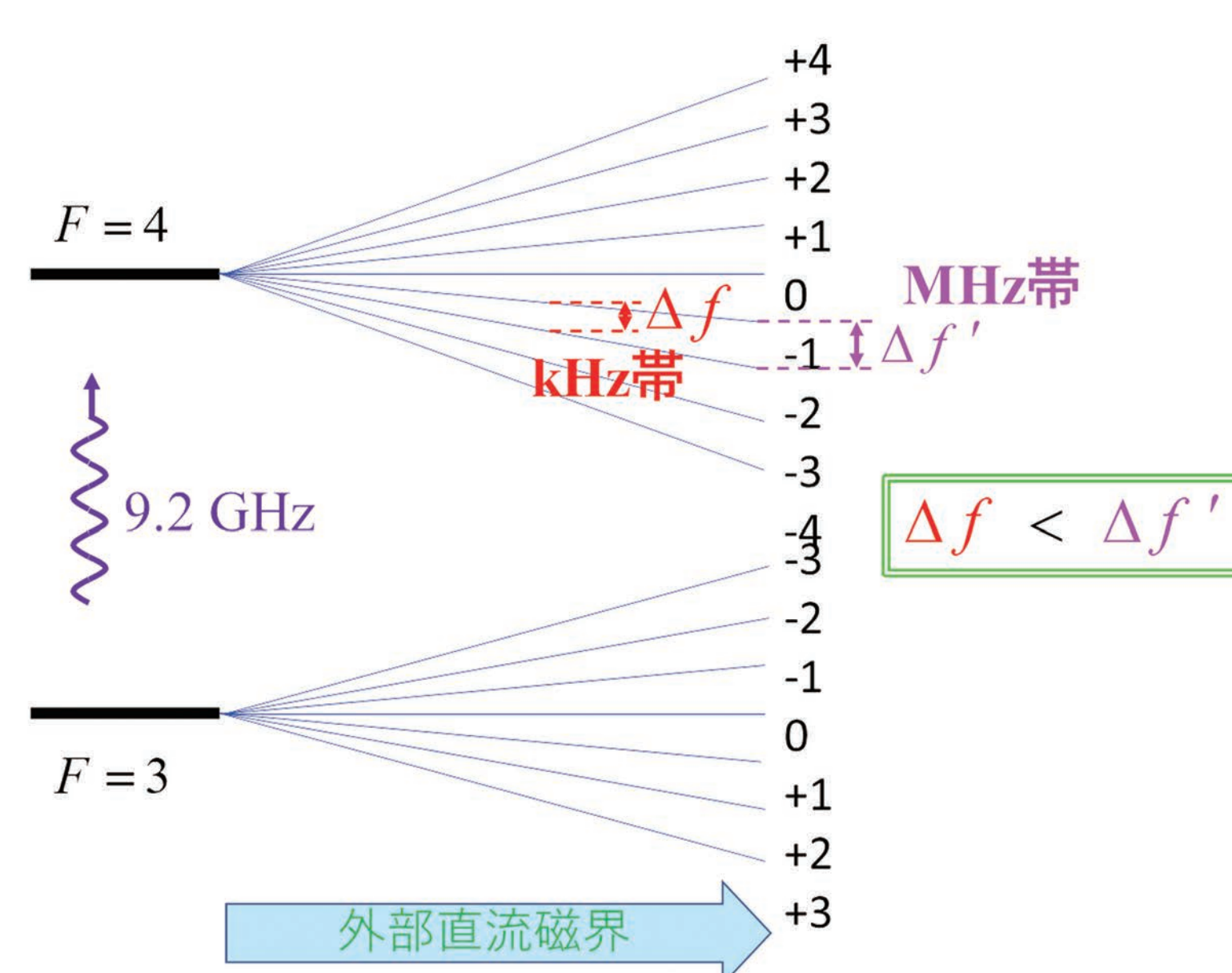


図2 周波数可変方法の概要

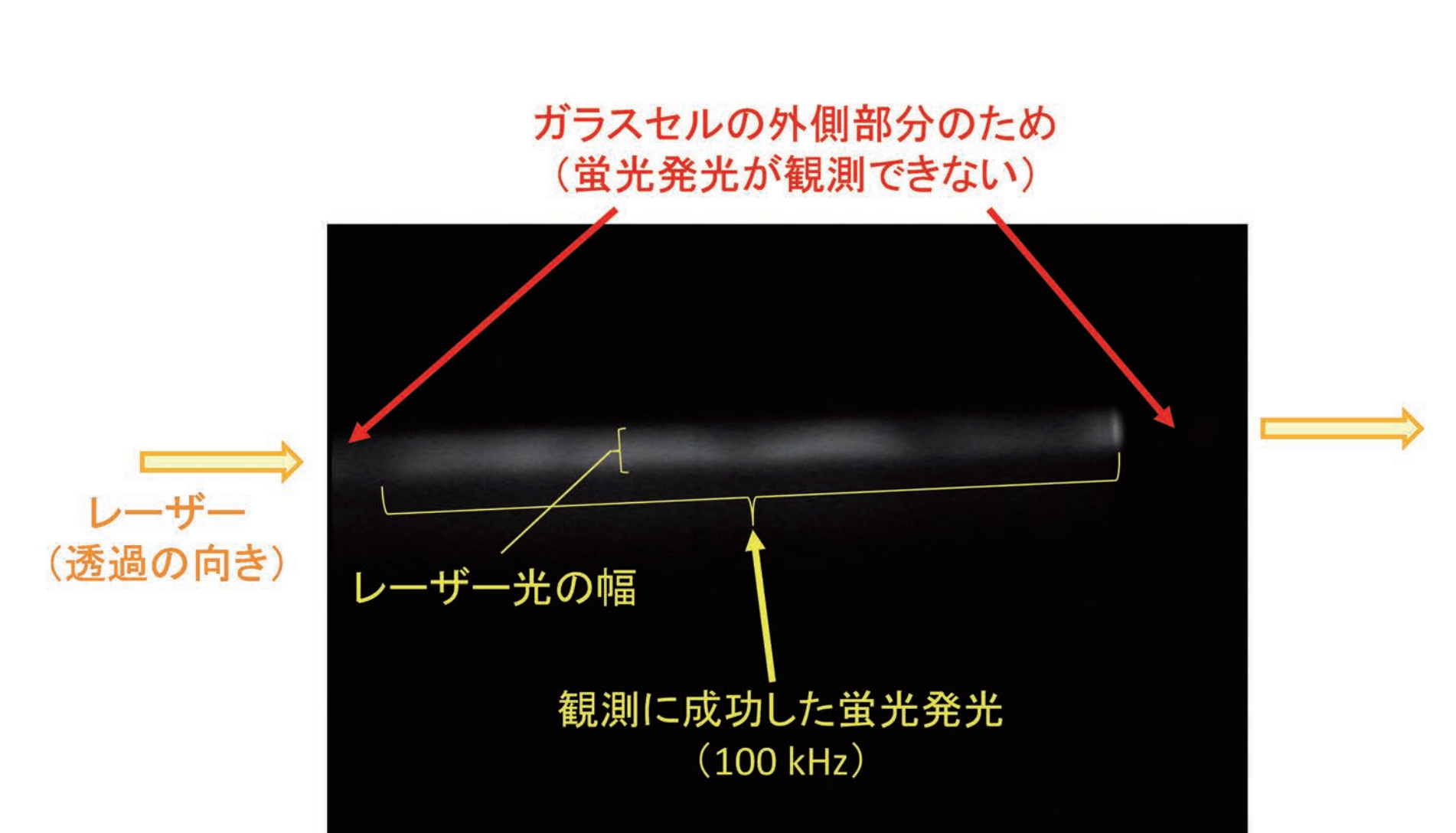
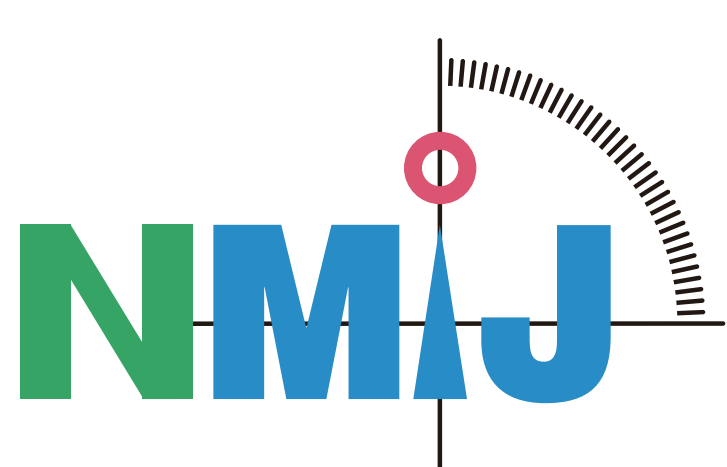


図3 磁界成分の観測結果(100 kHz) [1]

[1] 石居正典, “セシウム原子の磁気副準位間のエネルギー差を利用したkHz帯における電磁波可視化技術の実験的検証,” 信学ソ大, B-4-15, pp.188, 9月(2021).

・特許7034485

・本研究は、独立行政法人日本学術振興会(JSPS)の科学研究費助成事業19K04341により行われたものです。



物理計測標準研究部門 電磁界標準研究グループ

担当者 石居 正典 連絡先 masanori-ishii@aist.go.jp



ともに挑む。つぎを創る。